

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу

Кондове Альфред Лоуренсе
«ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ ОСАДКОВ
НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОЙ АФРИКИ (НА ПРИМЕРЕ ТАНЗАНИИ)»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата

географических наук

Специальность: 25.00.30 – «Метеорология, климатология и
агрометеорология»

Диссертационная работа Кондове Альфред Лоуренсе

посвящена исследованию возможности создания численного гидродинамического прогноза осадков над Танзанией с помощью одной из наиболее распространенных, быстро развивающихся численных региональных моделей WRF-ARW (США).

Основным методом исследования в диссертации является численное экспериментирование и его анализ.

Целью работы автор объявил создание на основе мезомасштабной гидродинамической модели WRF-ARW системы моделирования, позволяющей повысить качество кратко- и среднесрочных прогнозов осадков в Восточной Африке (на примере Танзании). Задача, без сомнения, интересная, важная, актуальная для развития численного прогноза погоды в Африке, да и в более общем аспекте развития численного регионального прогноза погоды.

Прежде чем переходить к детальному анализу работы, нужно сказать, что работа написана с энтузиазмом и в ней чувствуется явный интерес автора к результатам и к овладению разнообразной методологией, используемой в численном прогнозировании.

Перейдем к анализу отдельных частей работы.

Диссертационная работа (общий объем 144 страницы) состоит из введения, пяти глав и заключения.

Введение занимает 8 страниц, что вполне логично по объему, и посвящено обсуждению постановки задачи и аргументации актуальности исследования.

В целом введение, отражает эрудицию автора, и кратко обосновывает использованные в исследовании данные и инструменты,

Первая глава работы, по сути, тоже вводная (46 стр.), посвящена обзору численного моделирования в Восточной Африке (первый параграф) и исследованию географии климатических осадков в Восточной Африке (второй параграф) и, в частности, в Танзании.

В первом параграфе второй главы приведен обзор немногочисленных работ по моделированию циркуляции атмосферы и краткосрочному численному прогнозированию для восточной Африки. В этом параграфе диссертант также проявил эрудицию. Но моделирование климата, а правильное моделирование изменения климата, является принципиально глобальной задачей и для Восточной Африки возможен только региональный анализ результатов или региональное моделирование, что также связано с глобальным. Это задача вполне интересна, но принципиально отличается от регионального прогноза погоды. Это принципиальное отличие задач автором диссертации, к сожалению, не обсуждается.

Второй параграф первой главы, наиболее географический во всей работе, посвящен анализу распределения осадков в восточной Африке.

В этом параграфе автор совершенно резонно обосновывает изменения режима осадков миграцией ВЗК и муссонной циркуляцией.

Затем автор приводит исследования измерений осадков в Танзании. Не совсем ясно, почему в начале параграфа названы 140 станций, которые измеряли осадки с 1856, при этом оговаривается, что только 21 из них – метеорологические, а что есть остальные 119 не объясняется. Затем, по опять не оговоренным причинам, количество анализируемых станций уменьшилось до 15 (куда девались 6 так же не известно), измерения по которым имеется с 1960 по 2014гг. Не оговорено также, сколько из этих

станций входит в международный обмен, и могут быть учтены в используемом в дальнейшем в качестве начальных и краевых условий, реанализе, и есть ли по ним ряды с 1876г. Нет, также информации имеется ли в Танзании или в ближайших странах аэрологические станции.

В результате, так и не ясно по скольким и каким именно станциям получен, например график 1.3, и для каких, именно лет. Далее автор анализирует свойства осадков на отдельных станциях относительно нормы 1960-2014. Понятно, что это доступный интервал для 15 станций. Но известно также, что климат не постоянен и выбор нормы для анализа климатологии весьма ответственный момент. В частности есть рекомендации ВМО о выборе нормы – 1960 – 1989 -30 лет.

Далее проведенная диссертантом кластеризация наблюдавшихся осадков по 15 станциям в большой мере подтверждает климатическое распределение осадков в Танзании, связанное с климатическими зонами.

Тем не менее, автор продемонстрировал, что он освоил работу с данными метеорологических наблюдений и технику кластеризации данных.

Во второй главе работы приведено описание модели WRF-ARW и ее адаптации для региона восточной Африки.

Первый параграф главы посвящен непосредственно описанию модели.

Конечно, нельзя не признать, что описание основного инструмента, которым автор пользуется, в работе необходимо. С другой стороны, автор диссертации не ставил себе задачи развития модели WRF-ARW и содержание данной главы не носит оригинального характера, носит реферативный характер и несколько преувеличено по размерам.

Во втором параграфе анализируется версия для области Восточной Африки.

В этом параграфе приведена таблица 2.1 с данными о 5 метеорологических станциях, по которым проводилась валидация оптимальной области. В ней приведена модельная высота точек, при этом не обсуждается, из какой базы взята орография для модели и для какого

разрешения характерна приведенная в таблице разница в орографии. Очевидно, что эти величины зависят от пространственного разрешения версии и могут зависеть от источника информации. Описание орографии в модели часто нуждается в коррекции для конкретных областей.

В этой главе указана важная деталь, в большой мере определившая дальнейшие результаты работы – это то, что начальные и краевые условия для всех экспериментов взяты из архива NCAR. Этот факт лишь упомянут в начале параграфа 2.4 и, к сожалению, в диссертации нигде не обсуждается и не исследуется. Даже не указывается пространственное и временное разрешение начальных данных и краевых условий. А эти параметры в большой мере определяют результаты всей работы.

Далее автор приводит результаты выбора оптимального пространственного разрешения с помощью прогнозов на 24 часа. Критериями автор выбрал оценки прогнозов приземной температуры и приземного давления. Прогноз приземной температуры, конечно важный параметр, но остается не совсем ясным, почему совсем не анализируется приземная влажность и, скорость, и направление ветра, являющиеся важными косвенными показателями формирования разумной циркуляции в области и наполнения области влажностью. Кроме того, пространственное разрешение региональной модели принципиально зависит от пространственного разрешения начальных данных.

В следующем параграфе автор исследует влияние параметризаций на результаты прогнозов средней, минимальной и максимальной приземных температур. Автор проделал большую вычислительную и аналитическую работу для двух сеток (15 и 5 км) и 6 комбинаций схем параметризаций для нескольких интервалов. И на их основании он делает заключение о лучших комбинациях конвекции, микрофизики и пограничного слоя для Танзании.

Третья глава, по сути основная, посвящена анализу прогноза осадков над восточной Африкой.

Основные надежды диссертанта на улучшение прогнозов осадков были сделаны на лучшие комбинации схем параметризации микрофизических свойств облаков, конвекции и пограничного слоя атмосферы.

Автор исследует вполне интересные случаи с 8-24 апреля 2014г, когда на побережье Индийского океана выпало рекордное количество осадков.

Диссертант проводит 6 серий прогнозов на 72 часа. Прогноз осадков и их анализ является одной из сложнейших задач метеорологии и для сравнения результатов разработаны не только такие абсолютная ошибка СКО, а еще критерий Пирси-Обухова, индекс Багрова, оправдываемость, предупрежденность и другие. Их анализ при сравнении крайне желателен. К сожалению он отсутствует в работе.

Автор приводит наиболее удачные комбинации параметризаций, при этом ему удалось 12.04.2014 г спрогнозировать лишь половину от наблюдавшихся осадков. При этом автор для оценок осадков интерполирует их значения из ближайшего узла сетки на станцию. Автор совершенно разумно отмечает, что это не корректный способ оценок для осадков. При анализе осадков автор совершенно правильно упоминает усиление центров действия атмосферы северного полушария, и при этом не делает попытки проанализировать циркуляционные свойства получаемых прогнозов.

Результаты данной главы представляют интерес – хотя и оставляют ряд вопросов без ответа. Эти вопросы оставлю к общим замечаниям к диссертации.

Четвертая глава посвящена попытке использовать ансамблевый прогноз осадков для Танзании

В целом - то, что написано в гл 4 - это не совсем про ансамблевый прогноз. Начиная с введения, где нет хотя бы небольшого обзора ансамблевых прогнозов, да и "долгосрочные прогнозы с помощью модели COSMO" это просто не верно. В настоящее время статей по ансамблевому прогнозированию очень много. Основная цель ансамблевого прогноза - не повысить точность прогноза, а дать априорную оценку качества прогноза, его

возможный разброс. Повышение точности может получиться за счет осреднения результатов, но не факт, что это обязательно получится в случае осадков.

Говорить о качестве ансамбля можно только анализируя достаточно большой статистический материал. Строить ранговые гистограммы по одному прогнозу не верно.

Диаграммы Талаграна дают представление о том, правильно ли ансамбль сформирован - обеспечен ли достаточный разброс его прогнозов. Нельзя делать заключение о качестве прогнозов по диаграмме Талаграна. Максимум, что может дать анализ диаграммы Талаграна - это определить, нет ли систематики в результатах прогнозов.

Про диаграммы Талаграна и их интерпретацию можно посмотреть в [http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-](http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0493%282001%29129%3C0550%3A%20I%20R%20H%20F%20V%3E2.0.CO%3B2)

[0493%282001%29129%3C0550%3A%20I%20R%20H%20F%20V%3E2.0.CO%3B2](http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0493%282001%29129%3C0550%3A%20I%20R%20H%20F%20V%3E2.0.CO%3B2)

Приведенная в диссертации интерпретация ансамблевого прогноза не совсем корректна. Для оценки качества ансамблевого прогноза используются оценки, хорошо

описанные http://www.cawcr.gov.au/projects/verification/verif_web_page.html,

(и о которых, кстати, упоминается в диссертации, но только упоминается)

Оценки по ансамблям тоже, обычно, рассчитываются за период не менее 2-3-недель. Использование различных параметризаций в разных прогностических реализациях вполне может рассматриваться как вариант генерации ансамбля.

Однако, сомнительно, что вариации используемых схем параметризации процессов конвекции и микрофизических процессов могут обеспечить достаточный разброс в членах ансамбля.

Все ж таки основной источник неопределенности прогнозов - это неточность начальных и граничных данных. Хотя известны работы, когда делались эксперименты, варьируя параметрами, физических схем и получали ансамбль прогнозов и результаты были не очень плохи.

Для оценок качества прогнозов осадков, как уже говорилось выше, обычно

используют не только СКО, а еще критерий Пирси-Обухова, индекс Багрова, оправдываемость, предупрежденность и другие.

Пятая глава посвящена попытке использования фильтра Калмана для уточнения прогноза осадков. Фильтр Калмана в настоящее время очень распространенный аппарат в численном прогнозировании. Диссертант приводит описание использования им фильтра Калмана. Но, в уравнении (5.1) – непонятно и не пояснено, что есть b и почему $u=bx$ (и какой смысл в данном случае имеет u), перед уравнением (5.3) сказано, что «а измерение $x+u$ » – без объяснения, в уравнении (5.3) – и слева и справа стоит $x^{\text{орт}}$ – что не понятно. Далее сказано, что автор использует метод наименьших квадратов – но в этом нет необходимости, так как в фильтре Калмана он уже есть.. При этом окончательные формулы, скорее всего, правильные.

Статистическая коррекция осадков с помощью одномерного фильтра Калмана была испытана для обоих интервалов экспериментов (8-24 апреля 2014 и с 15-24 декабря 2011). Было показано, что практически для всех экспериментов удалось улучшить результаты прогноза осадков с помощью одномерного фильтра Калмана.

В заключении автором сформулированы основные научные результаты исследования.

Общие замечания к работе:

1. Результаты прогнозов региональной модели на столь короткие сроки, как 24 или даже 72 часа принципиально зависят от начальных данных и краевых условий. Основной задачей региональной модели является улучшение качества прогнозов по материнской модели, из которой взяты начальные данные и краевые условия. В диссертации отсутствует анализ свойств материнской модели, начальных данных и их сравнение с результатами прогнозов.
2. Автора интересует, прежде всего, результаты прогноза осадков. Осадки, и прежде всего сильные осадки, формируются за счет дивергенции

достаточного количества влаги в область прогноза. В работе полностью отсутствует анализ влаги, а так же и циркуляции в атмосфере, даже на качественном уровне, кроме локальных величин приземного давления.

3. Замечание чисто стилистическое – модель WRF появилась в двух модификациях – WRF – ARW (которая развилась на базе модели MM5) и модели WRF – NMM (которая развилась на базе так называемой «итта» модели. Поэтому не корректно говорить просто о модели WRF.

4. Автор не проводит сравнения осадков с данными GPCP – где осадки над Африкой и над океанами реконструируются по спутниковым данным, а на суше по данным наблюдений.

В диссертации имеется довольно много языковых ошибок, но в целом текст понятен.

Перечисленные выше замечания не снижают ценность и высокий научный уровень работы. Основные результаты диссертации опубликованы в четырех статьях из перечня ВАК. Автор представлял свои результаты на семинарах и международных конференциях.

Можно подчеркнуть, что в работе чувствуется заинтересованность автора. Практически он продемонстрировал, что владеет всем набором умений, которые необходимы для успешного численного прогнозирования: умение программировать в среде Linux, ставить эксперименты с региональной моделью, работать с данными наблюдений, оценивать результаты прогноза, проводить ансамблевые прогнозы и статистическую коррекцию результатов.

Рассмотренная работа без сомнения соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор заслуживает присуждения ему искомой ученой степени по специальности 28.00.30 «Метеорология, климатология и агрометеорология».

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Официальный оппонент,

доктор физико-математических наук,
ФГБУ «Гидрометцентр России»

Рубинштейн Константин Григорьевич

123242, Москва,

Большой Предтеченский пер. д. 9-13

Тел.раб +7 499 295 22 95

Эл.почта k.g.rubin@gmail.com

Подпись К.Г. Рубинштейна заверяю

Ученый секретарь ФГБУ «Гидрометцентр России»

кандидат физ.-мат. Наук



Шестакова Н.А